



## ABSTRACT / ZUSAMMENFASSUNG / ABREGE

04004449.7

An intruding object monitoring system comprises a camera mounted on a position so as to look down a monitoring target region including a dangerous source (3) and an information processing apparatus performing information processes for monitoring an intruding object based on a monitoring target region image taken by the camera, and a mounting position of the camera is determined so that the dangerous source is shown at a peripheral part of a viewing field of the camera.



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 27 388 A1 2005.01.13

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 27 388.3  
(22) Anmeldetag: 18.06.2003  
(43) Offenlegungstag: 13.01.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F16P 3/14**  
B21D 55/00, B23Q 11/00, G01V 8/12

(71) Anmelder:  
Leuze lumiflex GmbH + Co. KG, 82256  
Fürstenfeldbruck, DE

(74) Vertreter:  
Ruck, R., Pat.-Anw., 73277 Owen

(72) Erfinder:  
Lohmann, Lutz, Dr., 82194 Gröbenzell, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

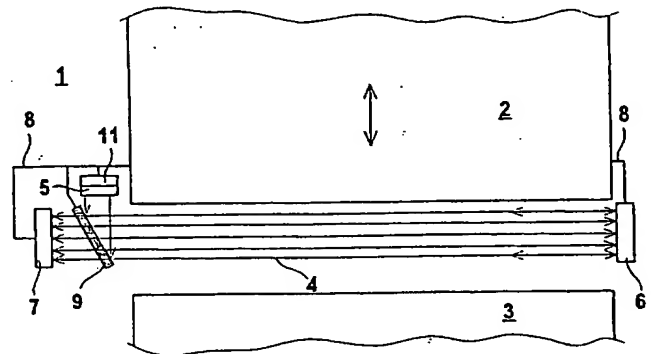
DE 197 17 299 C2  
DE 101 42 362 A1  
DE 101 14 784 A1  
DE 100 33 608 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Schutzeinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schutzeinrichtung (1) für eine Maschine, welche ein erstes Maschinenteil (2) aufweist, welches Arbeitsbewegungen gegen ein zweites Maschinenteil (3) ausführt, sowie eine mit dem ersten Maschinenteil (2) mitbewegte optische Sensoranordnung zur Überwachung eines Schutzbereichs. Die optische Sensoranordnung weist eine Sendereinheit zur Generierung von im Schutzbereich verlaufenden Projektionslichtstrahlen (4) auf, wobei bei freiem Schutzbereich die Projektionslichtstrahlen (4) auf ein Projektionsmedium (6) als Projektionsmuster (10) abgebildet werden, welche mittels einer Kamera (7) erfassbar sind. In einer Auswerteeinheit (11) wird ein Objektfeststellungssignal generiert, falls das Projektionsmuster (10) von der Kamera (7) nicht vollständig erfasst wird.



**Beschreibung****Stand der Technik**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schutzeinrichtung. Eine derartige Schutzeinrichtung ist aus der DE 197 17 299 C2 bekannt. Diese dient zur Sicherung von Maschinen wie zum Beispiel Abkantpressen, Schneidmaschinen oder Stanzmaschinen. Diese Maschinen weisen ein erstes Maschinenteil auf, welches Arbeitsbewegungen gegen ein zweites Maschinenteil ausführt. Bei einer Abkantpresse besteht das erste Maschinenteil aus einem Oberwerkzeug, welches in vertikaler Richtung auf ein das zweite Maschinenteil bildende Unterwerkzeug zubewegt werden kann, um einen Abkantvorgang auszuführen.

**[0002]** Um Gefährdungen von Personen auszuschließen, muss das Vorfeld vor dem Oberwerkzeug oder generell vor dem ersten Maschinenteil überwacht werden, um bei einem Eingriff einer Person in diesen Gefahrenbereich die Maschine sofort anzuhalten.

**[0003]** Diese Schutzfunktion wird mit der Schutzeinrichtung gewährleistet, wobei diese Schutzeinrichtung eine optische Sensoranordnung aufweist, mittels derer ein bestimmter Schutzbereich überwacht wird.

**[0004]** Bei der Schutzeinrichtung gemäß der DE 197 17 299 C2 ist die optische Sensoranordnung von einer Lichtschranke oder einer Lichtschrankenordnung gebildet, welche mit dem ersten Maschinenteil mitbewegt wird. Die oder jede Lichtschranke weist einen Sendelichtstrahlen emittierenden Sender und einen zugeordneten Empfänger auf, welche an gegenüberliegenden Rändern des ersten Maschinenteils befestigt werden. Die von dem oder jedem Sender emittierten Sendelichtstrahlen verlaufen parallel zur längs einer Geraden verlaufenden Unterkante des ersten Maschinenteils und treffen bei freiem Schutzbereich ungehindert auf den zugeordneten Empfänger. Bei einem Objekteingriff in den Schutzbereich wird wenigstens der Strahlengang einer Lichtschranke unterbrochen, worauf die von dem ersten Maschinenteil durchgeführte Arbeitsbewegung unterbrochen wird.

**[0005]** Damit der mit der Lichtschranke oder der Lichtschrankenordnung erfasste Schutzbereich den Gefahrenbereich der Maschine möglichst vollständig abdeckt, ist es erforderlich, dass die Sendelichtstrahlen der oder jeder Lichtschranke in einem bestimmten Sicherheitsabstand zur Unterkante des ersten Maschinenteils verlaufen. Zur Einstellung dieses Sicherheitsabstandes ist eine weitere Lichtschranke vorgesehen, deren Sendelichtstrahlen auf der Höhe der Unterkante des ersten Maschinenteils verlaufen. Während eines Justiervorganges wird die

optische Sensoranordnung am ersten Maschinenteil so lange verschoben, bis eine Strahlunterbrechung an der für die Justage vorgesehenen Lichtschranke registriert wird. Danach wird die Sensoranordnung geringfügig wieder in entgegengesetzter Richtung bewegt, bis die Strahlunterbrechung an dieser Lichtschranke gerade wieder aufgehoben ist.

**[0006]** Nachteilig bei dieser Schutzeinrichtung ist zum einen, dass mit dieser ein Gefahrenbereich nur punktuell entlang der Strahlachsen der Sendelichtstrahlen der Lichtschranken überwacht werden kann. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn zur Gewährleistung eines ausreichenden Personenschutzes auch kleine Objektgrößen, wie zum Beispiel Finger einer Hand oder dergleichen detektiert werden müssen. Weiterhin ist nachteilig, dass zur Überwachung des gewünschten Gefahrenbereichs die Lichtschranken in einem Justiervorgang auf einen Sicherheitsabstand zu dem ersten Maschinenteil eingestellt werden müssen, was umständlich und zweitaufwändig ist.

**Aufgabenstellung**

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schutzeinrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit welcher eine sichere und vollständige Überwachung eines Gefahrenbereiches an einer Maschine ermöglicht wird.

**[0008]** Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Schutzeinrichtung für eine Maschine weist ein erstes Maschinenteil auf, welches Arbeitsbewegungen gegen ein zweites Maschinenteil ausführt, sowie eine mit dem ersten Maschinenteil mitbewegte optische Sensoranordnung zur Überwachung eines Schutzbereichs. Die optische Sensoranordnung weist eine Sendereinheit zur Generierung von im Schutzbereich verlaufenden Projektionslichtstrahlen auf, wobei bei freiem Schutzbereich die Projektionslichtstrahlen auf ein Projektionsmedium als Projektionsmuster abgebildet werden, welche mittels einer Kamera erfassbar sind. In einer Auswerteeinheit wird ein Objektfeststellungssignal generiert, falls das Projektionsmuster von der Kamera nicht vollständig erfasst wird.

**[0010]** Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Schutzeinrichtung besteht darin, dass mit dieser ein großflächiger Schutzbereich überwacht werden kann, wobei die Querschnittsfläche des Schutzbereichs im Wesentlichen durch die Fläche des Projektionsmediums und der photoempfindlichen Fläche der Kamera vorgegeben ist. Damit kann der Schutzbereich insbesondere derart dimensioniert werden,

dass der Gefahrenbereich der Maschine, innerhalb dessen Eingriffe von Personen zu Verletzungen führen können, vollständig von dem mit der optischen Sensoranordnung erfassten Schutzbereich vollständig abgedeckt werden kann.

**[0011]** Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Schutzeinrichtung besteht darin, dass diese eine hohe Ortsauflösung aufweist, so dass mit dieser auch kleinere Objektgrößen, insbesondere auch Finger einer menschlichen Hand sicher erfasst werden können. Die Ortsauflösung der optischen Sensoranordnung kann durch das Projektionsmuster, welches auf das Projektionsmedium projiziert wird, flexibel vorgegeben werden. Dabei werden zur Erzeugung des Projektionsmusters von der Sendeeinheit Projektionslichtstrahlen emittiert, die vorzugsweise parallel innerhalb des Schutzbereichs verlaufen. Je nach Ausbildung der Sendeeinheit werden als Projektionsmuster Linienmuster oder Punkteraster auf das Projektionsmedium projiziert. Die Strukturbereiten des Projektionsmusters, d. h. die Abstände einzelner Linien oder Punkte definieren die Ortsauflösung. Die Strukturbreiten werden dabei derart gewählt, dass diese kleiner als die minimalen Objektgrößen der zu erfassenden Objekte innerhalb des Schutzbereichs sind, wodurch diese Objekte sicher erfasst werden können.

**[0012]** Die Objekterfassung erfolgt dabei mittels eines Referenzbildvergleichs. Bei freiem Schutzbereich wird das Projektionsmuster vollständig auf das Projektionsmedium abgebildet und mittels der Kamera erfasst. Das so erfasste Projektionsmuster wird in der Auswerteeinheit als Referenzbild abgespeichert. Während des nachfolgenden Betriebs der Schutzeinrichtung werden die aktuellen mit der Kamera registrierten Bilder mit dem Referenzbild verglichen. Bei einer signifikanten Abweichung dieses aktuellen Bildes mit dem Referenzbild wird in der Auswerteeinheit ein entsprechendes Objektfeststellungssignal generiert, welches zweckmäßigerweise zum Abschalten der Maschine und somit zum abrupten Stillstand des ersten Maschinenteils führt.

**[0013]** Generell kann die Bildauswertung in der Auswerteeinheit auch derart erweitert sein, dass in dieser Objektingriffe von sicherheitskritischen Objekten, insbesondere Personen, von Objektingriffen von nicht sicherheitskritischen Objekten, wie zum Beispiel den mit der Maschine zu bearbeitenden Teilen, unterschieden werden können. In diesem Fall wird in der Auswerteeinheit nur dann ein Abschaltbefehl für die Maschine generiert, falls ein sicherheitskritisches Objekt in dem Schutzbereich registriert wurde.

**[0014]** Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht hierbei vor, dass der Randbereich des ersten Maschinenteils, insbesondere der Bereich der Kante des ersten Maschinenteils, wel-

cher auf das zweite Maschinenteil zubewegt wird, in dem Sichtfeld der Kamera liegt. In diesem Fall wird dieser Teil des ersten Maschinenteils bei der Referenzbilderfassung von der Kamera miterfasst und bildet so einen definierten Ausschnitt des Referenzbildes. Dementsprechend wird beim Abspeichern des Referenzbildes in der Auswerteeinheit dieser Bereich des Maschinenteils als nicht sicherheitskritisches Objekt innerhalb des von der optischen Sensoranordnung erfassten Schutzbereichs klassifiziert. Da die optische Sensoranordnung mit dem ersten Maschinenteil mitbewegt wird, ändert sich die Lage des in das Sichtfeld der Kamera ragenden Bereichs des ersten Maschinenteils nicht, so dass dieser Bereich innerhalb des Referenzbildes und der darauf folgend aufgenommenen Bilder immer konstant bleibt. Dieser Bereich kann als nicht sicherheitskritisches Objekt somit eindeutig von in den Schutzbereich eindringenden sicherheitskritischen Objekten eindeutig unterschieden werden.

**[0015]** Ein wesentlicher Vorteil hierbei besteht darin, dass während des Betriebs der Schutzeinrichtung nicht nur das Eindringen von sicherheitskritischen Objekten in den Schutzbereich erfasst werden kann. Zudem kann auch eine Information über den Abstand eines derartigen sicherheitskritischen Objekts zum ersten Maschinenteil direkt aus den aktuell ermittelten Bildern der Kamera gewonnen werden.

#### Ausführungsbeispiel

**[0016]** Die Erfindung wird im Nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

**[0017] Fig. 1:** Schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Schutzeinrichtung für eine Maschine mit einer einen Schutzbereich überwachenden optischen Sensoranordnung.

**[0018] Fig. 2:** Schematische Darstellung eines Projektionsmusters auf dem Projektionsmedium der optischen Sensoranordnung gemäß Fig. 1.

- a) bei freiem Strahlengang
- b) bei einem Objektingriff

**[0019] Fig. 3:** Schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Schutzeinrichtung.

**[0020] Fig. 4:** Schematische Darstellung eines Projektionsmusters auf dem Projektionsmedium der optischen Sensoranordnung gemäß Fig. 3.

- a) bei freiem Strahlengang
- b) bei einem Objektingriff

**[0021] Fig. 1** zeigt schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Schutzeinrichtung 1 für eine Maschine, welche ein erstes Maschinenteil 2 aufweist, das gegen ein zweites Maschinenteil 3 zur Durchfüh-

rung von Arbeitsbewegungen bewegt werden kann.

[0022] Die Maschine kann prinzipiell von einer Schneidmaschine, einer Stanzmaschine oder dergleichen gebildet sein.

[0023] Im vorliegenden Fall ist die Maschine von einer Abkantpresse gebildet, mittels derer nicht dargestellte Blechteile und dergleichen bearbeitet werden. Das erste Maschinenteil 2 ist von einem in vertikaler Richtung verfahrbaren Oberwerkzeug gebildet. Die Bewegungsrichtung des Oberwerkzeugs ist mit einem Doppelpfeil in Fig. 1 veranschaulicht. Das zweite Maschinenteil 3 ist von einem stationären Unterwerkzeug gebildet.

[0024] Zur Durchführung eines Abkantvorganges wird das Oberwerkzeug auf das Unterwerkzeug zubewegt, wobei die Bewegungen des Oberwerkzeugs mittels einer nicht dargestellten Steuereinheit gesteuert werden, welche Bestandteil der Maschine ist.

[0025] Bei derartigen Abkantvorgängen bildet der an die Unterkante des Oberwerkzeugs anschließende Bereich einen Gefahrenbereich, der mit der Schutzeinrichtung 1 überwacht wird. Eine Gefährdung für Personen entsteht dann, wenn eine Bedienerperson mit einer Hand oder einem Finger im Bereich zwischen Oberwerkzeug und Unterwerkzeug greift, wenn das Oberwerkzeug bereits dicht vor dem Unterwerkzeug liegt.

[0026] Die Schutzeinrichtung 1 weist eine optische Sensoranordnung auf, mittels derer ein Schutzbereich überwacht wird, welcher an diesen Gefahrenbereich angepasst ist.

[0027] Die optische Sensoranordnung weist eine Projektionslichtstrahlen 4 emittierende Sendeeinheit 5, ein Projektionsmedium 6 sowie eine Kamera 7 auf, wobei der von Projektionslichtstrahlen 4 überdeckte Raumbereich den Schutzbereich definiert.

[0028] Die optische Sensoranordnung ist dabei mittels Befestigungsmitteln 8, wie zum Beispiel Halte winkeln, an dem Oberwerkzeug fixiert und wird mit diesem mitbewegt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Lage des Schutzbereichs relativ zum Oberwerkzeug konstant ist. Somit wird mit der optischen Sensoranordnung der an die Unterkante des Oberwerkzeugs angrenzende Bereich überwacht.

[0029] Die Sendeeinheit 5 generiert ein Bündel parallel laufender Projektionslichtstrahlen 4, die mittels eines Strahlteilerspiegels 9 abgelenkt werden, so dass diese parallel zur Unterkante des Oberwerkzeugs verlaufen. Im vorliegenden Fall verläuft der obere Rand des Strahlenbündels in einem konstanten Abstand zur Unterkante des Oberwerkzeugs. Die Sendeeinheit 5 und der Strahlteilerspiegel 9 sind mit-

tels der Befestigungsmittel 8 seitlich am Oberwerkzeug an einem ersten Rand des Schutzbereichs angeordnet.

[0030] Die Sendeeinheit 5 kann aus einer Flächenanordnung von einzelnen Sendern, vorzugsweise Lasern, bestehen. Alternativ kann auch ein einzelner Sender vorgesehen sein. Weiterhin kann die Sendeeinheit 5 eine nicht dargestellte Optikeinheit zur Generierung der Projektionslichtstrahlen 4 aufweisen.

[0031] In jedem Fall werden bei freiem Schutzbereich die von der Sendeeinheit 5 emittierten Projektionslichtstrahlen 4 auf das Projektionsmedium 6 abgebildet, wodurch dort ein Projektionsmuster 10 generiert wird.

[0032] Im vorliegenden Fall wird mit den Projektionslichtstrahlen 4 der Sendeeinheit 5 ein Linienmuster generiert. Fig. 2a zeigt das bei freiem Schutzbereich vollständig auf das Projektionsmedium 6 abgebildete Linienmuster. Alternativ kann als Projektionsmuster 10 auch ein Punkteraster generiert werden.

[0033] Das Projektionsmedium 6 ist von einer Mattscheibe oder einer Leinwand gebildet und ist seitlich am Oberwerkzeug montiert, so dass die Sendeeinheit 5 mit dem Strahlteilerspiegel 9 einerseits und das Projektionsmedium 6 andererseits beidseits des Oberwerkzeugs einander gegenüberliegen und so den Schutzbereich begrenzen.

[0034] Das Projektionsmuster 10 weist generell Strukturbreiten auf, die kleiner als die Mindestgrößen der zu erfassenden Objekte sind. Die Strukturbreiten sind im vorliegenden Fall von den Abständen benachbarter Linien des Projektionsmusters 10 gebildet. Im Fall eines Punkterasters sind die Strukturbreiten durch die Abstände benachbarter Lichtpunkte des Projektionsmusters 10 definiert. Generell sind die Strukturbreiten durch die Abstände benachbarter Projektionslichtstrahlen 4 innerhalb des den Schutzbereich definierenden Strahlenbündels definiert.

[0035] Die Kamera 7 ist im vorliegenden Fall hinter dem Strahlteilerspiegel 9 angeordnet, so dass die von dem Projektionsmedium 6 reflektierten Projektionslichtstrahlen 4 und damit das Projektionsmuster 10 von der Kamera 7 erfasst werden. Die Kamera 7 weist eine flächige, vorzugsweise rechteckige oder quadratische Anordnung von photoempfindlichen Elementen, insbesondere CCD-Elementen oder CMOS-Elementen auf.

[0036] Die Kamera 7 ist an eine Auswerteeinheit 11 angeschlossen, in welcher die Auswertung der mit der Kamera 7 generierten Bildinformationen erfolgt. Weiterhin ist die Auswerteeinheit 11 auch an die Sendeeinheit 5 angeschlossen und übernimmt deren Ansteuerung. Die Auswerteeinheit 11 besteht im vorlie-

genden Fall aus einem redundanten Mikroprozessorsystem.

[0037] Die Signalauswertung in der Auswerteeinheit 11 zur Erfassung von Objekten innerhalb des Schutzbereichs erfolgt nach der Methode eines Referenzbildvergleichs. Vor Inbetriebnahme der Schutzeinrichtung 1 wird bei freiem Schutzbereich das Projektionsmuster 10 gemäß Fig. 2a mittels der Kamera 7 erfasst und als Referenzbild in der Auswerteeinheit 11 abgespeichert. Während des nachfolgenden Betriebs der Schutzeinrichtung 1 werden die in der Kamera 7 aktuell registrierten Bilder mit dem Referenzbild verglichen. Stimmt das aktuelle Bild mit dem Referenzbild überein, so liegt ein freier Schutzbereich vor. Bei einem Objekteingriff in den Schutzbereich bei welchem wie in Fig. 2b dargestellt ein Gegenstand G in den Strahlengang der Projektionslichtstrahlen 4 ragt, wird durch diesen ein Teil der Projektionslichtstrahlen 4 abgeschattet. Damit weicht das aktuell mit der Kamera 7 detektierte Projektionsmuster 10 von dem Referenzbild ab. Aufgrund dieser Abweichung wird in der Auswerteeinheit 11 ein Objektfeststellungssignal generiert. Zweckmäßigerweise weist die Auswerteeinheit 11 einen sicherheitsrelevanten Schaltausgang auf, über welchen ein binäres Schaltsignal ausgegeben wird. Der erste Schaltzustand des Schaltsignals entspricht einem freien Schutzbereich, der zweite Schaltzustand einen Objekteingriff. Dieses Schaltsignal dient zur Steuerung der Maschine. Nimmt das Schaltsignal den ersten Schaltzustand ein, wird die Maschine aktiviert. Nimmt das Schaltsignal den zweiten Schaltzustand ein, so wird die Maschine deaktiviert.

[0038] Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Schutzeinrichtung 1. Analog zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist die Schutzeinrichtung 1 an einer Abkantpresse angeordnet. Dabei ist die optische Sensoranordnung wiederum mit Befestigungsmitteln 8 an dem Oberwerkzeug befestigt und wird mit diesem mitbewegt. Der Aufbau der einzelnen Komponenten der Schutzeinrichtung 1 entspricht der Ausführungsform gemäß Fig. 1.

[0039] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 sind die Sendereinheit und das Projektionsmedium 6 an gegenüberliegenden Rändern des Oberwerkzeugs montiert. Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist die Kamera 7 mit der Auswerteeinheit 11 unmittelbar hinter dem Projektionsmedium 6 angeordnet.

[0040] Die mit der Sendeeinheit 5 generierten Projektionslichtstrahlen 4 bilden ein Bündel parallel laufender Strahlen, welche parallel zur Unterkante des Oberwerkzeugs verlaufen. Die Projektionslichtstrahlen 4 definieren wiederum den Schutzbereich, welcher an die Unterkante des Oberwerkzeugs anschließt.

[0041] Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wird das durch die Projektionslichtstrahlen 4 auf dem Projektionsmedium 6 generierte Projektionsmuster 10 mittels der Kamera 7 im Durchlichtverfahren registriert, d.h. die Kamera 7 erfasst das auf der Rückseite des Projektionsmediums 6 erscheinende Projektionsmuster 10.

[0042] Ein weiterer Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 besteht darin, dass im vorliegenden Fall die Unterkante des Oberwerkzeugs in den von den Projektionslichtstrahlen 4 erfassten Schutzbereich ragt.

[0043] Dementsprechend wird bei freiem Schutzbereich das in Fig. 4a dargestellte Projektionsmuster 10 erhalten. Da die Projektionslichtstrahlen 4 durch das Oberwerkzeug teilweise abgeschattet sind, wird das Linienmuster der Projektionslichtstrahlen 4 nur unvollständig auf das Projektionsmedium 6 abgebildet. Wie aus Fig. 4a ersichtlich wird somit der mit K bezeichnete Kantenbereich des Oberwerkzeugs auf dem Projektionsmedium 6 mit erfasst.

[0044] Das dem freien Schutzbereich entsprechende Projektionsmuster 10 gemäß Fig. 4a wird vor Inbetriebnahme der Schutzeinrichtung 1 in der Auswerteeinheit 11 als Referenzbild abgespeichert. Der in den Schutzbereich ragende Kantenbereich des Oberwerkzeugs wird dabei als nicht sicherheitsrelevantes Objekt definiert.

[0045] Während des nachfolgenden Betriebs der Schutzeinrichtung 1 werden wiederum die aktuellen Bilder der Kamera 7 mit dem Referenzbild verglichen. Da die optische Sensoranordnung mit dem Oberwerkzeug mitbewegt wird, ändert sich die Lage des Kantenbereichs des Oberwerkzeugs innerhalb des Schutzbereichs nicht. Daher wird bei freiem Schutzbereich, d.h. für den Fall, dass nur der Kantenbereich K als nicht sicherheitskritisches Objekt in den Schutzbereich ragt, eine Übereinstimmung der aktuellen Bilder mit dem Referenzbild registriert, worauf über den Schaltausgang der Auswerteeinheit 11 die Maschine aktiviert wird.

[0046] Ragt wie in Fig. 4 dargestellt ein zusätzlicher Gegenstand G in den Schutzbereich, so stimmt das aktuelle Bild der Kamera 7 mit dem Referenzbild nicht überein. Das so registrierte sicherheitskritische Objekt führt dann zur Deaktivierung der Maschine.

[0047] In einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Auswertung der Bildinformationen in der Auswerteeinheit 11 dahingehend erweitert werden, dass eine Information über den Abstand des sicherheitskritischen Objekts zum Oberwerkzeug gewonnen wird. Hierzu wird in dem jeweils aktuellen Bild der Abstand des registrierten Gegenstands G zum Kantenbereich K ausgewertet.

## Bezugszeichenliste

- 1 Schutzeinrichtung
- 2 Erstes Maschinenteil
- 3 Zweites Maschinenteil
- 4 Projektionslichtstrahlen
- 5 Sendeeinheit
- 6 Projektionsmedium
- 7 Kamera
- 8 Befestigungsmittel
- 9 Strahlteilerspiegel
- 10 Projektionsmuster
- 11 Auswerteeinheit

## Patentansprüche

1. Schutzeinrichtung für eine Maschine, bei welcher ein erstes Maschinenteil Arbeitsbewegungen gegen ein zweites Maschinenteil ausführt, mit einer mit dem ersten Maschinenteil mitbewegten optischen Sensoranordnung zur Überwachung eines Schutzbereichs, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optische Sensoranordnung eine Sendereinheit zur Generierung von im Schutzbereich verlaufenden Projektionslichtstrahlen (4) aufweist, wobei bei freiem Schutzbereich die Projektionslichtstrahlen (4) auf ein Projektionsmedium (6) als Projektionsmuster (10) abgebildet sind, welches mittels einer Kamera (7) erfassbar ist, und dass in einer Auswerteeinheit (11) ein Objektfeststellungssignal generiert wird, falls das Projektionsmuster (10) von der Kamera (7) nicht vollständig erfasst wird.

2. Schutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Sendeeinheit (5) ein Bündel von parallel im Schutzbereich verlaufenden Strahlen generiert wird.

3. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Projektionsmuster (10) Strukturbreiten aufweist, welche kleiner als die Mindestgröße von mit der optischen Sensoranordnung zu erfassenden Objekten sind.

4. Schutzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturbreiten durch die Abstände zweier benachbarter Projektionslichtstrahlen (4) definiert sind.

5. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit (5) wenigstens einen Laser aufweist.

6. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass das mit der Sendeeinheit (5) generierte Projektionsmuster (10) von einem Linienmuster oder einem Punkteraster gebildet ist.

7. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche

1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (7) eine ein Sichtfeld definierende matrixförmige Anordnung von photoempfindlichen Elementen, insbesondere CCD-Elementen oder CMOS-Elementen, aufweist.

8. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass das Projektionsmedium (6) von einer Mattscheibe oder einer Leinwand gebildet ist.

9. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (7) und das Projektionsmedium (6) an gegenüber liegenden Rändern des Schutzbereichs angeordnet sind.

10. Schutzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Kamera (7) das Projektionsmuster (10) durch Registrierung der am Projektionsmedium (6) reflektierten Projektionslichtstrahlen (4) erfasst wird.

11. Schutzeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (7) und das Projektionsmedium (6) an demselben Rand des Schutzbereichs angeordnet sind.

12. Schutzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Kamera (7) das Projektionsmuster (10) durch Registrierung der das Projektionsmedium (6) durchsetzenden Projektionslichtstrahlen (4) erfasst wird.

13. Schutzeinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (7) im Strahlengang der Projektionslichtstrahlen (4) hinter dem Projektionsmedium (6) liegt.

14. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–13, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Maschinenteil (2) von einer Kante begrenzt ist, an welche der Schutzbereich angrenzt.

15. Schutzeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Projektionslichtstrahlen (4) parallel zur Kante des ersten Maschinenteils (2) verlaufen.

16. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kante des ersten Maschinenteils (2) außerhalb des Sichtfelds der Kamera (7) liegt.

17. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kante des ersten Maschinenteils (2) innerhalb des Sichtfelds der Kamera (7) liegt.

18. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 15–17, dadurch gekennzeichnet, dass das erste

Maschinenteil (2) senkrecht zu den Strahlachsen der Projektionslichtstrahlen (4) bewegbar ist.

19. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 15–18, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Schutzbereich über die gesamte Breite des ersten Maschinenteils (2) erstreckt.

20. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–19, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der in der Auswerteeinheit (11) generierten Objektfeststellungssignale die Maschine deaktivierbar ist.

21. Schutzeinrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswerteeinheit (11) die Maschine deaktiviert wird, falls mittels der optischen Sensoreinheit (5) innerhalb des Schutzbereichs ein sicherheitskritisches Objekt registriert wird.

22. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass in der Auswerteeinheit (11) das bei freiem Strahlengang auf das Projektionsmedium (6) abgebildete und mit der Kamera (7) erfasste Projektionsmuster (10) als Referenzbild abgespeichert wird, wobei zur Erfassung von Objekten im Schutzbereich aktuell mit der Kamera (7) erfasste Bilder mit dem Referenzbild verglichen werden.

23. Schutzeinrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der in das Sichtfeld der Kamera (7) ragende Teil der Kante des ersten Maschinenteils (2) Bestandteil des Referenzbildes ist.

24. Schutzeinrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass in der Auswerteeinheit (11) der Abstand eines Objektes zur Kante des ersten Maschinenteils (2) erfassbar ist.

25. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 20–24, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (11) einen redundanten Aufbau aufweist.

26. Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1–25, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschine eine Abkantpresse, eine Schneidmaschine oder eine Stanzmaschine ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

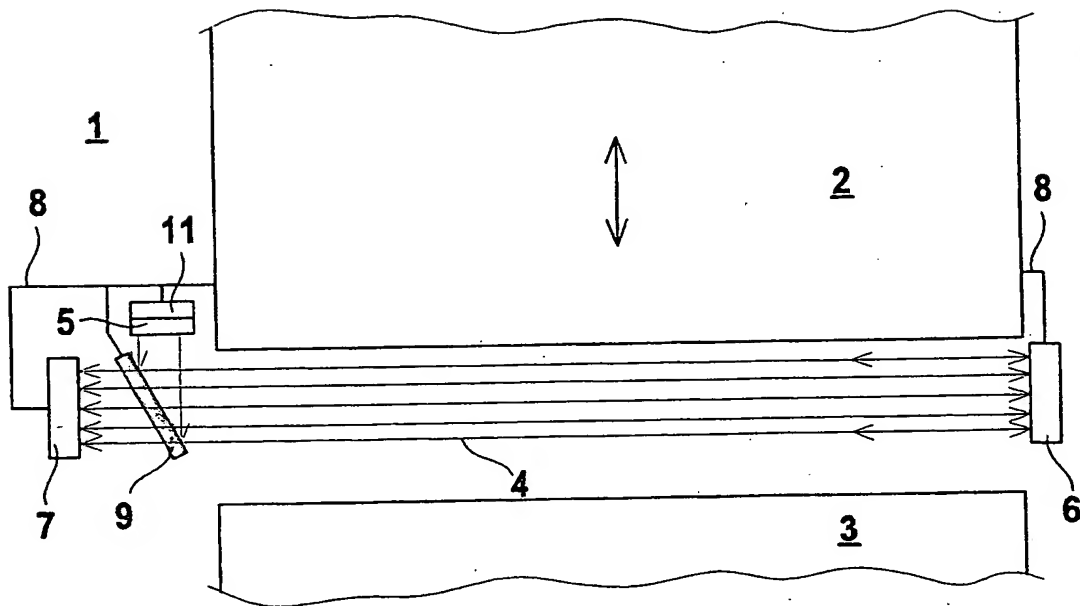


Fig. 2a

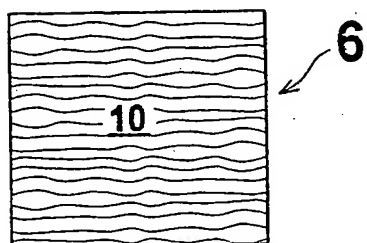


Fig. 2b

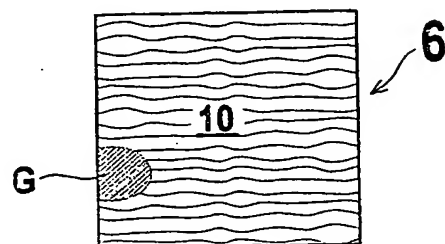


Fig. 3

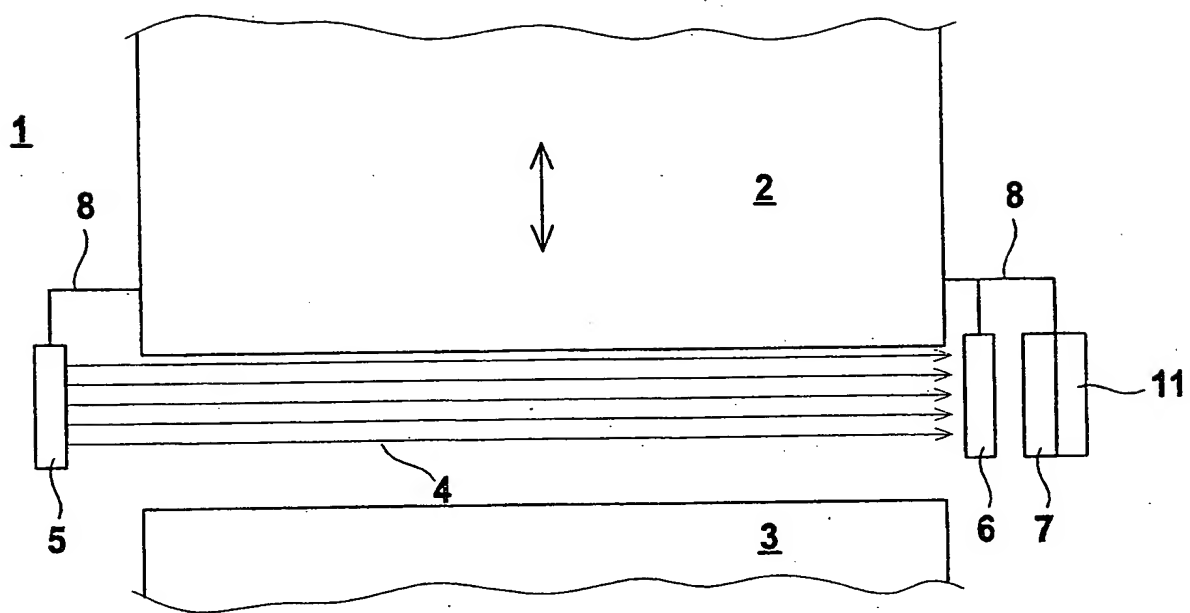


Fig. 4a

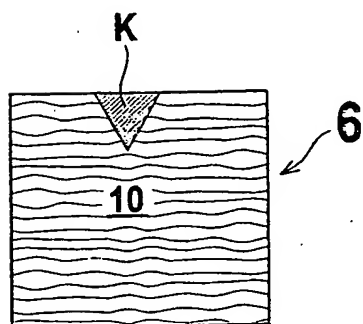


Fig. 4b

